Über enzymatische Prozesse beim Weichen, Keimen und darauffolgenden Trocknen der Gerste, des Weizens und des Roggens.

Von der

K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften (Doktor-Ingenieurs) genehmigte Dissertation.

Vorgelegt von

JOSEF LEIBU

DIPLOMINGENIEUR.

Referent:
PROF. DR. CARL LINTNER

Korreferent:
PROF. DR. ANDREAS LIPP.

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Dezember 1906.

MÜNCHEN 1907.

Ebin & Wittmann, Buch- und Kunstdruckerei, München, Augustenstr. 75.

Über enzymatische Prozesse beim Weichen, Keimen und darauffolgenden Trocknen der Gerste, des Weizens und des Roggens.

Von der

K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften (Doktor-Ingenieurs) genehmigte Dissertation.

ACAD. LANDWIRT. BIBL.

Vorgelegt von

JOSEF LEIBU

DIPLOMINGENIEUR.

Referent:
PROF. DR. CARL LINTNER

Korreferent:
PROF. DR. ANDREAS LIPP.

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Dezember 1906.

MÜNCHEN 1907.

Ebin & Wittmann, Buch- und Kunstdruckerei, München, Augustenstr. 75.

Meinem

lieben Ferdinand Mayer

Apotheker, Honnef a/Rh.

in treuer Freundschaft gewidmet.

Die vorliegende Arbeit wurde im Gärungschemischen Laboratorium der K. Technischen Hochschule zu München auf Anregung des Herrn Professor Dr. Carl Lintner ausgeführt. Es sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer für das mir stets entgegengebrachte Wohlwollen und wertvollen Ratschläge an dieser Stelle aufs herzlichste zu danken.

Einleitung.

Während die Vorgänge, welche sich beim Keimen der Gerste abspielen, schon wiederholt Gegenstand eingehender Untersuchungen waren, von denen insbesondere die schönen Arbeiten von Brown und Morris*) zu erwähnen sind, ist über die enzymatischen Vorgänge beim Weichen noch wenig bekannt.

Im ruhenden Korn lassen sich bekanntlich diastatische Enzyme von beträchtlicher Wirksamkeit nachweisen. Wenn diesen Enzymen auch die Fähigkeit fehlt, Stärke in nennenswertem Masse zu lösen, so vermögen sie doch auf lösliche Stärke eine kräftigverzuckernde Wirkung auszuüben.

Es lässt sich daraus die Möglichkeit nicht von der Hand weisen, dass dieselben, wenn auch nicht auf die Stärke, so doch vielleicht auf andere der Stärke nahestehende Bestandteile des Kornes schon beim Weichen einwirken. Eine bestimmte Funktion kommt den Enzymen im ruhenden Korn jedenfalls zu und man wird kaum fehlgehen in der Annahme, dass sie für die Einleitung der Keimungsvorgänge von Bedeutung sind. So mögen sie denn schon beim Weichprozess in Aktion treten.

Dass es sich beim Weichprozess nicht lediglich um einen rein physikalischen Quellungsvorgang handelt, sondern dass sich bei demselben recht komplizierte Vorgänge abspielen mögen, haben erst wieder C. Bleisch und H. Will**) in ihrer Abhandlung: „Studien über den Weichprozess" mit Recht betont. Die beiden Forscher haben sich in dieser Arbeit hauptsächlich mit der Frage beschäftigt, ob beim Weichen eine Zu- oder Abnahme an Enzymen stattfindet, wobei sie zu dem Ergebnis ka-

*) Siehe Handb. der Brauwissenschaft von Morris und Moritz, deutsch von W. Windisch.

**) Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1902, No. 2, 5, 17.

men, dass sich wesentliche Aenderungen im Bestande der Enzyme nicht ergeben, ferner haben sie die Wasseraufnahme und die Bedeutung der Lufteinwirkung beim Weichen in den Kreis ihrer Betrachtung gezogen.

Durch die vorliegende Untersuchung sollte nun der Versuch gemacht werden, eine Vorstellung darüber zu gewinnen, inwieweit die im ruhenden Korn vorhandenen diastatischen Enzyme schon beim Weichen und bei beginnender Keimung von Gerste, Roggen und Weizen wirksam sind, inwieweit also bereits beim Weichen eine Zuckerbildung zu beobachten ist. Für die Bestimmung des Zuckers haben wir in der Regel eine wässrige Extraktion des fein zerkleinerten Materials ausgeführt. Es war daher von Interesse, zu ermitteln, wie viel Zucker etwa schon bei dieser Extraktion an sich unabhängig von den Vorgängen beim Weichen gebildet wird.

Grüss*) hat bereits die Beobachtung gemacht, dass beim Darren des Malzes eine Rückbildung, wo reduzierender Zucker in Saccharose ja so sogar in Stärke stattfindet.

Es war nun von Interesse zu untersuchen, ob ein ähnlicher Vorgang schon beim Trocknen nach der Weiche und in den Anfangstadien der Keimung Platz greift.

Es wurden daher auch in dieser Richtung Versuche mit den genannten Getreidearten angestellt.

*) Jahrbuch der Versuchs- u. Lehranstalt für Brauerei in Berlin 1899, 141 u. 1900, 100. Wochenschrift f. Brauerei 1898, 15, 269.

Erster Teil.

Erstes Kapitel: Ueber Enzymwirkungen bei der Extraktion des Gerstenmehles mit Wasser.

Zweites Kapitel: Ueber enzymatische Prozesse beim Weichen, Keimen und darauffolgenden Trocknen der Gerste.

Mason*) weist in seiner Arbeit „Zur Bestimmung des praeexistierenden Zuckers im Malze“ nach, dass in der Gerste kein reduzierender Zucker enthalten ist, sondern nur nichtreduzierender, welcher als Saccharose an gesprochen wird.

Mason hat vor der Extraktion mit Wasser die Enzyme durch Behandeln des Gerstenmehls mit heissem 90%igem Alkohol getötet.

Wenn man nun aber das Mehl direkt mit kaltem Wasser extrahiert, so erhält man stets mehr oder weniger reduzierenden Zucker, woraus man schliessen muss, dass schon bei der Extraktion mit Wasser zuckerbildende Enzyme tätig sind.

Da nun im Verlaufe der vorliegenden Untersuchung mit wässerigen Auszügen von Gerstenmehl, bezw. von geweichten, gekeimten und nachher zerkleinerten Gerstenkörnern operiert wurde, führte die Tatsache des Auftretens von Enzymwirkungen bei der Berührung des Gerstenmehles mit Wasser, zu verschiedenen Vorversuchen.

I. Es sollte die Menge des praeexistierenden Zuckers in der Gerste festgestellt werden, um ermitteln zu können, ob, und in wie weit derselbe umgewandelt wird, sobald das Gerstenmehl mit Wasser extrahiert wird.

II. A) Es sollte festgestellt werden, in welcher Weise und inwieweit die Enzyme bei der Extraktion zur Wirkung gelangen.

B) Ferner sollte der Einfluss, welchen die verschiedenen Extraktionsbedingungen auf die Enzymwirkung ausüben, konstatiert werden.

Es kommen folgende Punkte in Betracht:

1. Die Mengenverhältnisse von Wasser und Mehl.
2. Die Zeitdauer der Extraktion.
3. Die Temperatur während der Extraktion.
4. Die Art der Extraktion:

*) Zeitschrift f. d. ges. Brauw. 1903. 462.

Diese kann nämlich in folgender Weise ausgeführt werden.

a) Man überlässt das Gemisch von Wasser und Mehl ruhig sich selbst.

b) Man hält das Gemisch in Bewegung.

III. Es sollte auch festgestellt werden, ob verschiedene Reagentien die Enzymtätigkeit befördern.

Erstes Kapitel.

I. Bestimmung des praeexistierenden Zuckers in der Gerste.*)

Die Mason'sche Methode wurde mit zweckentsprechden Abänderungen angewandt und die Bestimmung wie folgt ausgeführt.

Versuch I.

25 g des feingeschroteten Gerstenmehles wurden in einem geräumigen Becherglase mit 90% igem Alkohol übergossen, so dass der Alkohol das Mehl in dünner Schicht bedeckte. Unter stetigem Rühren (um ein Spritzen zu vermeiden) wurde eine halbe Stunde unter Ersatz des verdampfenden Alkohols im siedenden Wasserbade gekocht.

Nach der vollständigen Beseitigung des Alkohols wurde zum Zwecke der Trocknung des Mehles das Becherglas längere Zeit auf den Trockenschrank gestellt.

Das so präparierte Mehl brachte man quantitativ in ein 250 ccm Messkölbchen, übergoss mit 200 ccm destiliertem Wasser und stellte das Gemisch eine Stunde lang in den Schüttelapparat.

Nach Zugabe von etwas frischgefällter Tonerde (zum Zwecke der klaren Filtration) wurde mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt und durch einen Faltenfilter filtriert.

*) Die angewandte Gerste ist eine oberösterreichische Ernte 1905.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

125 ccm des klaren Filtrates wurden auf dem Wasserbade eingeengt.

Nach Entfernung der ausgeschiedenen Eiweisstoffe, dampfte man weiter ein und zwar bis auf einen ganz kleinen Rest.

Dieser wurde quantitativ in ein 50 ccm Messkölbchen gebracht. Alsdann füllte man bis zur Marke auf und verwendete 25 ccm der Flüssigkeit zur Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.*)

Gewogenes Kupferoxyd = 0,0080 g.

Also in den 50 ccm, oder in den 125 ccm des ursprünglichen Extraktes sind:

0,0080×2 = 0,0160 g Cu O.**)

Auf Kupfer umgerechnet:

0,0160×0,799=0,01298 g Cu. oder rund 13 g Cu., denen 7,6 mgr. oder 0,0076 g Dextrose entsprechen (Wein-Tabellen).

Also 125 ccm Filtrat liefern 0,0076 g Dextrose, dann liefern die 250 ccm Auszug 0,0076×2=0,0152 g Dextrose.

Aus 25 g Gerstenmehl sind also 0,0152 g Dextrose ausgezogen worden; dann aus 100 g Gerstenmehl

0,0152×4 = 0,0608% oder 0,06% Dextrose.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

75 ccm des klaren Extraktes wurden zum Zwecke der Inversion in ein 100 ccm Messkölbchen gebracht, mit 4 ccm ½ Normalsalzsäure versetzt und eine Stunde im kochenden Wasserbade gehalten.

Nach dem Abkühlen auf gewöhnliche Temperatur wurde bis zur Marke aufgefüllt und mit 25 ccm der Flüssigkeit die Zuckerbestimmung ausgeführt.

Gefunden = 0,0842 g Cu O.

Auf Cu umgerechnet 0,0673 g oder 67,3 mg Cu.

67,3 mg Cu entsprechen 34,4 mg oder 0,0344 g Dextrose.

---

*) Der direkt reduzierende Zucker wird in der ganzen Arbeit als Dextrose angegeben.

**) Das durch Reduktion der Fehlingschen Lösung entstandene Kupferoxydul wurde stets durch Glühen in Kupferoxyd umgewandelt und durch Multiplikation mit dem Faktor 0.799 die Umrechnung auf metallisches Kupfer ausgeführt.

Also in den 100 ccm, welche die 75 ccm des ursprünglichen Filtrates enthielten, sind:

$0{,}0344 \times 4 = 0{,}1367$ g Dextrose vorhanden.

In 75 ccm Filtrat sind also 0,1376 g Dextrose, in 250 ccm Extrakt oder in 25 g Gerste demnach enthalten:

$$\frac{0{,}1376 \times 250}{75} = 0{,}4586 \text{ g Dextrose.}$$

In 100 g Gerste haben wir folgende Dextrosemenge:

$0{,}4586 \times 4 = 1{,}83\%$ Dextrose.

Diese Zahl gibt den praeexistierenden Zucker in Prozenten Dextrose an.

Zieht man die unter a) erhaltenen Dextroseprozente von dem Dextrosegehalt nach der Inversion ab und multipliziert man den Rest mit dem Faktor 0,95, so ist der Zucker auf Saccharose umgerechnet.

1,83% Dextrose nach der Inversion
— 0,06% Dextrose vor der Inversion
1,77% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten entstanden.

Diese Dextrosemenge ergibt auf Saccharose umgerechnet einen Saccharosegehalt von

$1{,}77 \times 0{,}95 = 1{,}68\%$.

Dieser Saccharosegehalt ist also praeexistierend in der Gerste vorhanden.

II. A) Ueber die Frage, in welcher Weise und in wieweit die Enzyme bei der Extraktion des Gerstenmehles mit Wasser zur Wirkung gelangen.

Um nun diese Frage beantworten zu können, musste, da es unmöglich ist die Enzyme zu isolieren, auf Umwegen und durch Vergleichsversuche vorgegangen werden.

Versuch 2.

Bei diesem Versuch wurden dieselben Quantitäten Gerstenmehl, ohne mit Alkohol behandelt zu werden, mit derselben Quantität Wasser genau wie im vorigen Versuch extrahiert.

Anmerkung: Im Verlaufe der ganzen Arbeit wurden die Zuckerbestimmungen als Dextrose nach den Angaben von Allihn ausgeführt und die Resultate in Prozenten auf lufttrockenes Material bezogen.

Würde sich dabei ein grösserer Gehalt an direkt reduzierendem Zucker ergeben und ein kleinerer an Saccharose, als bei Versuch 1, so wäre der Schluss gerechtfertigt, dass sich die Dextrose auf Kosten dieser praeexistierenden Saccharose gebildet hat.

Würde sich dagegen nach der Inversion ein grösserer Zuckergehalt erweisen als bei Versuch 1 b), so müsste man den Schluss ziehen, dass auch Stärke durch die Enzyme angegriffen worden ist.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Bei diesem Versuche genügten schon 25 ccm des Filtrates, um wägbare Kupferoxyd-Mengen zu erhalten.

Gewogenes Cu O. = 0,0290×0,799 = 23,2 mg Cu.

Diesen 23,2 mg Cu entsprechen 0,0129 g Dextrose.

In 250 ccm Filtrat sind also 0,129 g Dextrose vorhanden.

Da diese 250 ccm Filtrat durch Extraktion von 25 g Gerstenmehl gewonnen wurden, so ist die obige Dextrosemenge auch in 25 g Gerstenmehl enthalten. In 100 g Gerstenmehl haben wir daher eine Dextrosemenge von 0,52%.

Da diese Zahl eine höhere ist als die bei dem ersten Versuch erhaltene, so ist hiermit bewiesen, dass schon bei dieser kurzen Extraktionsdauer enzymatische Einwirkung stattgefunden hat.

Die bedeutende Differenz zwischen den Resultaten der beiden Versuche lässt auf eine ausgiebige Tätigkeit eines Dextrose bildenden*) Enzymes schliessen.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Der Versuch wurde genau in derselben Weise wie der Versuch 1 b) durchgeführt.

Aus 25 ccm verdünntem Filtrat erhielt man 0,0878 g Cu O.

Die Berechnung auf Dextrose ergab einen Prozentgehalt von 1,91%.

Wird von dieser Dextrosemenge die Zuckermenge vor

*) Als Dextrose bildendes Ferment ist dasjenige Ferment anzusprechen, welches eine Bildung von direkt reduzierenden Zucker verursacht.

der Inversion substrahiert, so erhält man die von den zusammengesetzten Zuckerarten gelieferte Dextrose:

1,91% Dextrose nach der Inversion,
— 0,52% Dextross vor der Inversion
1,39% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.

Diese Menge gibt, auf Saccharose umgerechnet, einen Gehalt von 1,32% Saccharose.*)

Beim Vergleich der Zahlen, welche den Zuckergehalt nach der Inversion bei Versuch 1 b und bei Versuch 2 b angeben, ist für Versuch 2 eine minimale Zunahme von 1,91—1,83 = 0,08% Zucker zu konstatieren.

Wenn diese Zunahme auch klein ist, so muss doch auf die Tätigkeit eines Stärke umwandelnden**) Ferments geschlossen werden.

Dieses Ferment muss jedoch auf Stärke so wirken, dass sich lösliche Kohlenhydrate bilden, die direkt nicht oder weniger stark als Dextrose reduzieren, denn unter anderen Verhältnissen wäre der höhere Zuckergehalt nach der Inversion nicht zu erklären.

Der kleinere Saccharosegehalt bei diesem Versuche gegenüber Versuch 1, beweist, dass eine Spaltung von Saccharose in Dextrose stattgefunden hat.

II. B) Ueber den Einfluss, welchen die verschiedenen Versuchsbedingungen auf die Enzymwirkung bei der Extraktion des Gerstenmehles mit Wasser ausüben.

Es wurden die Versuche 1 und 2 unter anderen Extraktionsbedingungen wiederholt.

Würde sich bei dem Versuche, bei welchem das

*) Zu bemerken ist, dass die so erhaltene Zahl nicht den wahren Saccharosegehalt angiebt, denn, wie spätere Versuche zeigen werden, gehen durch Extraktion mit Wasser auch andere Kohlenhydrate in Lösung und durch ½ Normalsalzsäure werden ausser Saccharose auch andere Zuckerarten invertiert.

Im Laufe der Arbeit wurde aber stets die nach der Inversion erhaltenen Dextrosemengen nach Abzug der vorher vorhandenen Dextrose auf Saccharose umgerechnet und der Uebersicht wegen wurden die Resultate in Prozenten Rohrzucker angegeben.

**) Als Stärke umwandelndes Ferment wird in der Arbeit dasjenige Ferment betrachtet, welches eine Vermehrung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion veranlasst, also das Ferment, welches bei allen Prozessen, mit Ausnahme des Trocknens, zu einer Bildung von Saccharose oder Maltose führt.

Mehl durch Alkohol von Enzymen befreit wurde, derselbe Gehalt an Zucker wie bei Versuch 1 ergeben und ferner bei dem Versuche, bei welchem das Mehl mit Alkohol nicht behandelt wurde, ein anderer Zuckergehalt wie bei Versuch 2, so würde man der verschiedenen Tätigkeit der Enzymen die wechselnde Ausbeute an Zucker zuschreiben müssen.

Versuch 3.

Dieser Versuch wurde genau wie Versuch 1, unter folgenden Extraktionsbedingungen durchgeführt:

20 g Gerstenmehl wurden mit 150 ccm Wasser eine halbe Stunde lang geschüttelt und auf 200 ccm aufgefüllt.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Die Bestimmung ergab folgendes Resultat:
Dextrose in Prozenten 0,07%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

1,84% Dextrose nach der Inversion,
— 0,07% Dextrose vor der Inversion.
1,77% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.

$1{,}77 \times 0{,}95 = 1{,}68\%$ Saccharose.

Versuch 4.

Genau wie Versuch 2, Extraktions Bedingungen wie bei Versuch 3.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Dextrose = 0,84%

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

1,90% Dextrose nach der Inversion,
— 0,84% Dextrose vor der Inversion.
1,06% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.

Saccharose = 1,01%.

Tabelle 1.

Die Resultate sind in % auf lufttrockene Gerste angegeben.

Versuch No.	Versuchs-Bedingung	direkt reduzierter Zucker	Zucker nach der Inversion	Saccharose
1	25 gr Mehl mit Alkohol behandelt 1 Std. extrahiert	0,06	1,83	1,68
2	wie 1, nicht mit Alkohol behandelt	0,52	1,91	1.32
3	20 gr Mehl mit Alkohol behandelt ½ Std. extrahiert	0,07	1,84	1,68
4	wie 3, nicht mit Alkohol behandelt	0,84	1.90	1,01

Die Gleichheit der Resultate von Versuch 1 und 3 (Mehl vorher mit Alkohol behandelt) und der Unterschied derselben bei Versuch 2 und 4 beweist also, dass die Enzyme die wechselnde Ausbeute an Zucker bei verschiedenen Extraktions-Bedingungen verursachen.

Im Einklang mit den bei Versuch 1 und 2 erhaltenen Resultaten, bestätigt der grössere Dextrosegehalt und der kleinere Saccharosegehalt bei Versuch 4 gegenüber Versuch 3, dass sich bei der Extraktion von Gerstenmehl mit Wasser, die Tätigkeit eines Dextrose bildenden Fermentes geltend macht, welches die Dextrose auf Kosten der Saccharose bildet.

Bei Versuch 2 (Mehl nicht mit Alkohol behandelt) ist gegenüber Versuch 1 eine Zunahme von reduzierendem Zucker nach der Inversion von 0,08% zu konstatieren.

Ebenso Versuch 4 (Mehl nicht mit Alkohol behandelt) gegenüber Versuch 3, eine Zunahme von 0,06%.

Diese Resultate deuten auf eine minimale Tätigkeit eines Stärke umwandelnden Enzyms, welches Stärke in komplizierte Kohlenhydrate und nicht in direkt reduzierenden Zucker umwandelt.

Von den zahlreichen Versuchen, welche durchgeführt wurden, um die Abhängigkeit der Enzymwirkung von den Extraktions-Bedingungen festzustellen, mögen folgende mitgeteilt werden.

Versuch 5.

Es wurde Versuch 4 wiederholt mit dem Unterschiede, dass die Extraktion bei einer Temperatur von 40 Grad C. vorgenommen wurde.

Tabelle 2.

Die Resultate sind in % auf lufttrockene Gerste bezogen.

	Versuch 4 20 gr Mehl 200 ccm H_2O ½ Std. bei gew. Temp. extrahiert	Versuch 5 wie Versuch 4 Extraktionstemp. 40° C.
Saccharose .	1,01	1,94
Zucker nach Inversion .	1,90	3,36
direkt reduz. Zucker . .	0,84	1,32

Vergleicht man die erhaltenen Zahlen, so sieht man, wie sehr durch höhere Temperaturen die Tätigkeit der Enzyme beeinflusst wird.

Auffallend ist der grössere Saccharosegehalt bei Versuch 5 gegenüber Versuch 4, denn wie in den vorigen Versuchen, festgestellt wurde, ist die Tätigkeit des Dextrose bildenden Fermentes eine bedeutende und wie auch wohl anzunehmen ist (das zeigt übrigens die Zahl 1,32 gegenüber 0,84), wird die Wirkung desselben durch eine höhere Temperatur vergrössert.

Es müsste sich also mehr direkt reduzierender Zucker bilden und so der Saccharosegehalt ein geringerer werden.

Den grösseren Saccharosegehalt bei Versuch 5 kann man aber dahin deuten, dass sich bei etwa 40 Grad C. die Wirkung eines Diastase ähnlichen Fermentes in der Gerste geltend macht, welches die Stärke in Maltose umwandelt.

Die Maltose muss nun, wenigstens teilweise mit 4 ccm $\frac{N}{2}$ H Cl inventiert werden.

Da das Reduktionsvermögen der Maltose nach der Inversion ein grösseres ist als vorher, so muss natürlich

nach der Inversion viel mehr reduzierender Zucker entstehen, welche eine Zunahme der Saccharose veranlassen kann.

Die Richtigkeit der Vermutung, dass auch Maltose durch die zur Inversion verwendeten 4 ccm $\frac{N}{2}$ H Cl ebenfalls mit inventiert werden kann, ist durch folgenden Versuch bestätigt worden.

Etwa 1 g reine Maltose wurde in 250 ccm Wasser gelöst und in 25 ccm der Lösung eine Maltosebestimmung nach E. Wein ausgeführt.

Ferner wurden 75 ccm der Lösung mit 4 ccm $\frac{N}{2}$ H Cl durch einstündiges Erhitzen im kochenden Wasserbade inventiert.

Nach dem Abkühlen auf Zimmertemperatur, füllte man bis zur Marke auf (die Inversion wurde in 100 ccm Messkölbchen ausgeführt) und verwendete 25 ccm zur Maltosebestimmung.

Resultate:

	vor Inversion	nach Inversion
Maltose in 100 ccm	0,443	0,494

Nach der Inversion ist also der Gehalt an reduzierendem Zucker ein bedeutenderer.

Die Annahme, dass sich etwa bei 40 Grad C. durch die Tätigkeit eines Diastase ähnlichen Enzymes Maltose bildet, gewinnt daher einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Bei der Temperatur von 40 Grad C. erleiden auch die Eiweiskörper eine Veränderung, denn bei der Zugabe der zur Inversion nötigen 4 ccm $\frac{N}{2}$ H Cl, blieb der Auszug von Versuch 5 vollkommen klar, auch nach der Inversion entstand keine Trübung.

Der bei gewöhnlicher Temperatur hergestellte Auszug zeigte dieses Verhalten nicht; er trübte sich viel mehr bei der Zugabe der H Cl und nach der Inversion entstand ein Niederschlag, der alle Reaktionen der Eiweisskörper lieferte.

Es müssen also bei 40 Grad C. die Eiweisskörper (Albumine) zum Teil preptonisiert worden sein.

Versuch 6.

Wurde genau wie Versuch 2 ausgeführt, die Einwirkungsdauer war aber 4 Stunden, von denen eine Stunde das Gemisch von Wasser und Mehl geschüttelt wurde.

a) Direkt reduzierender Zucker,
Dextrose = 0,74%,

b) Reduzierender Zucker nach der Inversion,
1,97% Dextrose nach der Inversion,
— 0,74% Dextrose vor der Inversion,
1,23% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
1,23×0,95 = 1,27% Saccharose.

Versuch 7.

200 g Gerstenmehl wurden mit 1 Liter Wasser bei gewöhnlicher Temperatur unter fortwährendem Schütteln 3 Stunden extrahiert.

a) Direkt reduzierender Zucker,
Dextrose = 2,95%,

b) Reduzierender Zucker nach der Inversion,
6,54% Dextrose nach der Inversion,
— 2,95% Dextrose vor der Inversion,
3,59% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
3,59×0,95 = 3,41% Saccharose.

Tabelle 3.

Resultate in % auf lufttrockene Gerste bezogen.

Versuch No.	Versuchs-Bedingung	direkt reduz. Zucker als Dextrose	Zucker nach der Inversion	Saccharose
2	25gr Mehl m. 200ccm Wasser, 1 Std. geschüttelt und auf 250 ccm aufgefüllt	0,52	1.91	1,32
6	wie 2, Extraktionsdauer 4 Stdn.	0,74	1,97	1.27
7	200 gr Mehl mit 1 Ltr. Wasser 3 Stdn. geschüttelt	2,95	6,54	3,41

Die Resultate zeigen also, wie sehr die Versuchsbedingungen, welche bei der Extraktion eingehalten werden, die Tätigkeit der Enzyme beeinflussen.

König*) gibt eine Methode an, nach welcher man die löslichen Kohlenhydrate in Futtermitteln und im Getreide bestimmen kann.

Nach dieser Methode werden 20 g des betreffenden Materials sieben Mal mit je 250 ccm H_2O ausgezogen und in dem erhaltenen Filtrat die Bestimmung der löslichen Kohlenhydrate ausgeführt.

Da, wie nachgewiesen wurde, schon bei der Berührung des Gerstenmehles mit Wasser die Enzyme in Aktion treten, in dem sie einerseits Stärke angreifen, andererseits auch andere Zuckerarten spalten und da wir ferner gesehen haben, dass die Enzymtätigkeit durch verschiedene Versuchsbedingungen beeinflusst wird, so wäre es verfehlt zu glauben, dass diese Methode den wahren Gehalt an löslichen Kohlenhydraten ermitteln lässt.

Als Methode, welche diesem Zwecke entsprechen würde, dürfte sich die von Mason zur Bestimmung des praeexistierenden Zuckers im Malze angegebene eignen. Man müsste also das zur Untersuchung vorliegende Material zerkleinern und vor der Extraktion mit 90% Alkohol behandeln, denn nur in diesem Fall ist die Enzymwirkung ausgeschlossen.

Um nun zu rekapitulieren, sind folgende Schlüsse aus den oben angestellten Versuchen zu ziehen.

1. Bei der Extraktion des Gerstenmehles mit Wasser macht sich die Tätigkeit eines Dextrose bildenden Enzymes bemerkbar, welches auf die zusammengesetzten Kohlenhydrate spaltend beziehungsweise verzuckernd einwirkt.
2. Auch Stärke wird durch die Enzyme angegriffen und in nicht direkt reduzierenden Zucker umgewandelt.
3. Diese Enzymtätigkeit, welche schon bei der Berührung des Gerstenmehles mit Wasser stattfindet, ist in hohem Grade von den Extraktionsbedingungen abhängig.

III. Gerstenmehlauszüge unter Zusatz von KH_2PO_4 und CH_3COOH.

C. J. Lintner und F. Eckhardt**) haben die Existenz eines Stärke verzuckernden Enzymes in den wässrigen Gerstenauszügen festgestellt. Nach diesen

*) Die Untersuchung landwirtschaftlich- und gewerblich wichtiger Stoffe III. Auflage 1906, Seite 224.

**) Ztsch.: Für das gesammte Brauwesen 1889, Seite 393.

Forschern soll die diastatische Kraft der wässrigen Gerstenauszügen durch Zusatz von sehr verdünnten Lösungen der oben genannten Reagentien sehr gefördert werden.

Jedoch bei allen Untersuchungen, welche Lintner und Eckhardt ausführten, wirkten die Auszüge auf lösliche Stärke ein.

Die Frage, die man sich stellen musste, war, ob die Tätigkeit der Enzyme durch den Zusatz der angeführten Reagentien auch dann gesteigert wird, wenn die Gerstenstärke im unveränderten Zustande vorliegt.

Versuch 8.

20 g Gerstenmehl wurden mit 150 ccm, einer Lösung von 1 g KH_2PO_4 in 500 ccm Wasser eine halbe Stunde bei gewöhnlicher Temperatur geschüttelt, mit der Lösung auf 200 ccm aufgefüllt, filtriert und 25 ccm des klaren Filtrates zur Zuckerbestimmung verwendet.

Direkt reduzierender Zucker = 0,79%.

Versuch 9.

Genau wie Versuch 8, an Stelle der Lösung von KH_2PO_4 wurde eine Lösung von 1 g Eisessig in 1000 ccm Wasser verwendet.

Direkt reduzierender Zucker = 0,81%.

Als Vergleichsversuch ist Versuch 4 herangezogen worden, bei welchem reines Wasser angewendet wurde.

Direkt reduzierender Zucker = 0,84%.

Man sieht also, dass die Salzlösungen keine günstigere Wirkung als reines Wasser auf die Enzyme ausüben, sobald dieselben auf natürliche Stärke wirken.

Um nun zu sehen, welchen Einfluss KH_2PO_4 und CH_3COOH bei höheren Temperaturen und längerer Einwirkungsdauer ausüben, wurden noch folgende Versuche angestellt.

Versuch 10.

Genau wie Versuch 8, Extraktionsbedingungen:

Das Kölbchen mit dem Gemisch wurde unter öfterem Umrühren 4 Stunden bei 50 Grad C. im Wasserbade gehalten.

Nach dem Abkühlen auf gewöhnliche Temperatur wurde mit der KH_2PO_4 Lösung bis zur Marke aufgefüllt, filtiert und 25 ccm Flüssigkeit zur Zuckerbestimmung verwendet.

Direkt reduzierender Zucker = 2,1%.

Versuch 11.

Genau wie Versuch 9. Als Extraktionsflüssigkeit wurde dieses Mal eine Lösung von 1 g CH_3 COOH (Eisessig) in ein Liter Wasser benutzt.

Direkt reduzierender Zucker = 2,32%.

Es wurde ein Vergleichsversuch angeführt, bei welchem die Extraktionsflüssigkeit reines Wasser war.

Direkt reduzierender Zucker = 2,25%.

Resultate:

Gewöhnliche Temperatur und eine halbe Stunde.

	H_2O	KH_2PO_4	CH_3COOH
Direkt reduz. Zucker	0,84%	0,79%	0,81%

Bei 50 Grad C. und 4 Stunden.

	H_2O	KH_2PO_4	CH_3COOH
Direkt reduz. Zucker	2,25%	2,1%	2,32%

Auch bei den letzten 2 Versuchen ist keine Zunahme an direkt reduzierendem Zucker durch den Zusatz der betreffenden Substanzen zu konstatieren, viel mehr üben die Wärme und die Extraktionszeit ganz denselben Einfluss auf die Enzyme aus, als ob das Mehl direkt mit reinem Wasser behandelt worden wäre.

Die Konsequenz, die man aus diesen Versuchen ziehen kann, ist folgende:

Die Tätigkeit der Fermente wird durch die angeführten Reagentien nicht gefördert, wenn dieselben auf natürliche Stärke einwirken.

Zweites Kapitel.

Versuche über enzymatische Prozesse beim Weichen, Keimen und darauffolgenden Trocknen der Gerste.

Im vorigen Kapitel ist durch Versuche nachgewiesen worden, dass bei der Berührung von Gerstenmehl mit Wasser die Enzyme in Aktion treten.

Ferner, dass der direkt reduzierende Zucker bei der Extraktion des Gerstenmehles mit Wasser auf Kosten der praeexistierenden Saccharose durch die Enzyme gebildet wird.

Da, wie bekannt, ausser den praeexistierenden Enzymen in der Gerste beim Weichen und Keimen neue Enzyme entstehen, wie Diastase, und nach Brown und Morris*) auch Cytase, so erleiden die Zuckerarten die Stärke, wie auch die Cellulose bezw. Hemicellulose (die durch Cytase hydrolisiert wird) bei den obengenannten Prozessen verschiedene Veränderungen.

Diese Veränderungen verfolgte Petit**) und kam dabei zu folgenden Schlüssen:

1. Während der Weiche findet eine Umwandlung der Stärke statt.
2. Im Verlaufe der Keimung vermehrt sich der direkt reduzierende Zucker konstant bis zum achten Tage; die Zunahme erreicht das Maximum vom zweiten zum dritten Tage; vom achten zum neunten Tage findet ein Rückgang statt, der durch das Darren noch vermehrt wird.
3. Es besteht eine Beziehung zwischen Glukose und Saccharose während der Keimung.
4. Die Bildung der Saccharose beginnt während der Weiche, die Glukose ist in der Weichperiode keinen erheblichen Schwankungen ausgesetzt.

Er bemerkt ferner in seiner Arbeit, dass die beim Weichen und Keimen gebildete Dextrose einen Rückgang erleidet, sobald die geweichte und gekeimte Gerste gedarrt wird, jedoch findet man keine Angaben, welche Ursachen diesen Rückgang veranlassen, und worauf die Abnahme der Dextrose beruht.

Durch die nachfolgenden Versuche sollen nun die Prozesse, die mit einer Veränderung der Zuckerarten wie auch der Stärke beim Weichen und Keimen der Gerste zusammenhängen, studiert werden.

Ferner soll festgestellt werden, in welchem Stadium eine Vermehrung der in Lösung gehenden Eiweisskörper stattfindet und es soll auch der Rückgang beim Trocknen der beim Weichen und Keimen der Gerste gebildeten Zuckerarten näher verfolgt werden.

Zu den Versuchen dienten folgende Gerstensorten:

I. Oberösterreichische Gerste, Ernte 1905,
II. Mährische Gerste, Ernte 1907,
III. Mährische Gerste, Ernte 1904,
IV. Böhmische Gerste (mit sehr grosser Keimungsenergie).

*) Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1895 Nr. 62, Seite 945.
**) Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1895 Nr. 26, Seite 945.

Versuche mit Gerste I.

Versuch 1.

25 g Gerstenkörner wurden auf einer Mühle, aus der man das Mehl quantitativ entnehmen konnte, fein gemahlen und in 250 ccm Messkölbchen gebracht.

Hierauf wurde mit 200 ccm Wasser übergossen, 3 Stunden ruhig stehen gelassen und 1 Stunde in Schüttelapparat gestellt.

Nach Zugabe von etwas frischgefällter Tonerde wurde bis zur Marke aufgefüllt und blank filtriert.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,0418 g Cu O.

Auf Prozenten Zucker umgerechnet = 0,70% Dextrose.

Versuch 2.

25 g Gerstenkörner wurden mit destiliertem Wasser in einem Becherglas 24 Stunden geweicht, die geweichten Körner in Eisenmörser zerquetscht, in ein 250 ccm Messkölbchen gebracht und weiter wie bei Versuch 1 behandelt.

Reduktion von 25 ccm = 0,0588 g Cu O.

Dextrose = 0,98%.

Versuch 3.

Derselbe wurde genau wie Versuch 2 durchgeführt, nur wurde das Weichen zwischen nassem Filtrierpapier im Keimungsapparat vorgenommen.

Dieser Art des Weichens wurde, zur Vermeidung von Zuckerverlusten, der Vorzug gegeben, das Weichwasser reduzierte nämlich direkt Fehling'sche Lösung und diese Reduktion wurde nach der Inversion noch bedeutender.

Reduktion von 25 ccm = 0,0600 g Cu O.

Dextrose = 0,99%.

Versuch 4.

Gerste wurde wie bei Versuch 2 geweicht, das Weichwasser abgegossen, die Gerstenkörner mit Filtrierpapier abgetrocknet und dann im Darrapparat 6 Stunden bei einer Temperatur von 55—60 Grad C. getrocknet.

Die Körner wurden auf derselben Mühle wie bei Versuch 1 gemahlen und weiter wie bei den anderen Versuchen behandelt.

Reduktion von 25 ccm = 0,0416 g Cu O.

Dextrose = 0,71%.

Versuch 5.

Gerste gemischt wie bei Versuch 3 und dann 6 Stunden bei 55—60 Grad C getrocknet.
Reduktion von 25 ccm = 0,0426 g Cu O.
Dextrose = 0,72%.

Versuch 6.

Wie Versuch 5, Weichdauer 33 Stunden.
Reduktion von 25 ccm = 0,0430 g.
Dextrose = 0,73%.

Versuch 7.

Wie Versuch 3, Weichdauer 48 Stunden. (Die Körner waren fast alle gekeimt.)
Reduktion von 25 ccm = 0,1194 g Cu O.
Dextrose = 1,95%.

Versuch 8.

Wie Versuch 7, die geweichte Gerste 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrocknet.
Reduktion von 25 ccm = 0,0710 g Cu O.
Dextrose = 1,16%.

Tabelle 4.

Resultate in % auf lufttrockene Gerste bezogen.

Versuche	1	2	3	4	5	6	7	8
Dextrose	0,7	0,98	0,99	0,71	0,72	0,73	1,95	1,16

Schlüsse: Die Resultate der Versuche 1, 2, 3 und 7 zeigen, dass beim Weichen eine Vermehrung von direkt reduzierendem Zucker stattfindet.

Diese Zunahme ist beim Beginn der Keimung eine bedeutende.

Vergleicht man die Resultate der Versuche 4, 5, 6 und 8, so sieht man, dass durch das Trocknen bei 55 bis 60 Grad C die Dextrose einen Rückgang erleidet und zwar ist bei den Versuchen 4, 5 und 6, bei denen die Gerste vor dem Trocknen noch nicht keimte, der Dextrosegehalt derselbe wie bei Versuch 1, bei welchem die lufttrockene Gerste extrahiert wurde.

Der Rückgang der Dextrose bei Versuch 8 richtet sich nach der bei Versuch 7 gebildeten Dextrosemenge.

Ausser Gerste I wurden noch eine mährische Gerste, Ernte 1905 (Gerste II) und eine mährische Gerste, Ernte

1904 (Gerste III), einem 24stündigem Weichen unterworfen.

Versuch 1.

Je 25 g Mehl von den obengenannten Gerstensorten wurden wie gewöhnlich in einem 250 ccm Messkölbchen mit 200 ccm Wasser übergossen, dann 3 Stunden stehen gelassen und 1 Stunde geschüttelt.

Nach Zusatz von etwas frisch gefälter Tonerde wurde zur Marke aufgefüllt, durchgeschüttelt und filtriert.

Reduktion von 25 ccm Filtrat.

Gerste I. 0,0440 g Cu O.
Dextrose = 0,74%.

Gerste II. 0,0468 g Cu O.
Dextrose = 0,77%.

Gerste III. 0,0672 g Cu O.
Dextrose = 1,10%.

Versuch 2.

Je 25 g Gerstenkörner wurden 24 Stunden mit Wasser in Bechergläschen geweicht, das Weichwasser abgegossen, in ein 250 ccm Kölbchen gebracht und wie gewöhnlich weiter behandelt.

Reduktion von 25 ccm Filtrat.

Gerste I. 0,0730 g Cu O.
Dextrose = 1,19%.

Gerste II. 0,0738 g Cu O.
Dextrose = 1,21%.

Gerste III. 0,0922 g Cu O.
Dextrose = 1,5%.

Der Unterschied im Dextrosegehalt nach 24stündigem Weichen von Gerste I bei diesem und dem vorigen Versuche erklärt sich daraus, dass der Auszug beim letzteren Versuch mit etwas Aether*) versetzt, zwei Tage im Eisschrank verwahrt wurde, bevor er zur Analyse gelangte.

Durch einen Vergleichsversuch ist festgestellt worden, dass die Auszüge beim Stehen an direkt reduzierendem Zucker zunehmen.

Diese Zunahme steht merkwürdigerweise in einem gewissen Verhältnisse zu der vor dem Stehen vorhandenen Dextrose.

*) Der Aether hat sich als gutes Konservierungsmittel bewährt.

Da in den Auszügen keine Stärke vorhanden ist und dennoch beim Stehen der Dextrosegehalt wächst, so bestätigt die Zunahme die Existenz eines Enzymes, welches andere komplizierte Zuckerarten (ausser Stärke) umwandelt.

Die Auszüge von Gerste II und III wurden nach 24-stündigem Weichen, ebenso wie der Auszug von Gerste I, nach Zugabe von etwas Aether, zwei Tage im Eisschrank stehen gelassen, so dass die Resultate von den drei Gerstensorten vergleichbar sind.

Betrachtet man die Dextrosezunahme nach dem Weichen, so sieht man, dass dieselbe fast gleich gross ist bei allen drei Gerstensorten.

Man sieht ferner, dass diese Zunahme in gesetzmässigem Zusammenhange steht zur Dextrosemenge vor dem Weichen.

	Gerste I	Gerste II	Gerste III
24 Stunden geweicht	1,19	1,21	1,50
lufttrocken extrahiert	— 0,74	— 0,77	— 1,10
Dextrosezunahme	0,45	0,44	0,40

Auch bei den Gerstensorten II und III ist der Rückgang des direkt reduzierenden Zuckers beim Trocknen nach dem Weichen zu konstatieren und dieser Rückgang verläuft ebenso wie bei Gerste I; der Dextrosegehalt ist nach dem Trocknen derselbe wie bei der Extraktion der lufttrockenen Gerste.

Auch der Rückgang vollzieht sich also mit einer bestimmten Gesetzmässigkeit.

Versuche mit Gerste IV

(böhmische Gerste mit bedeutender Keimungsenergie).

Versuch 1.

Lufttrockene Gerste extrahiert, wie bei den vorigen Versuchen angegeben.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,0314 g Cu O.

Dextrose = 0,54%.

Versuch 2.

24 Stunden geweicht; die Gerste fing schon während dieser Zeit zu keimen an.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,1044 g Cu O.

Dextrose = 1,7%.

Versuch 3.

Gerste 24 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55 bis 60 Grad C. getrocknet.

Reduktion von 25 ccm = 0,0564 g Cu O.

Dextrose = 0,94%.

Versuch 4.

Gerste 48 Stunden geweicht; die Körner waren fast alle gekeimt.

Reduktion von 25 ccm = 0,2770 g Cu O.

Dextrose = 4,55%.

Versuch 5.

Gerste 48 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55 bis 60 Grad C. getrocknet.

Reduktion von 25 ccm = 0,1570 g Cu O.

Dextrose = 2,54%.

Da diese Gerste schon nach 24 Stunden keimte, so sieht man, wie bedeutend die Zunahme an direkt reduzierendem Zucker mit dem Beginn des Keimungsprozesses ist und dass ferner die Tätigkeit der Enzyme, was die Dextrosebildung anbetrifft, durch das Vorrücken der Keimung sehr gefördert wird.

Der Dextrosegehalt ist von 0,54% bei gewöhnlicher Extraktion mit dem Beginn der Keimung auf 1,7% gestiegen, um nach bedeutender Keimung bis 4,55% zu wachsen.

Beim Trocknen nach dem Keimen dieser Gerste ist wieder eine Abnahme des direkt reduzierenden Zuckers zu konstatieren und wie aus nachfolgender Tabelle ersichtlich, richtet sich auch hier wie bei Gerste I (nach Anfang der Keimung) die Dextroseabnahme nach der beim Keimen gebildeten Zuckermenge.

Tabelle 5.

Resultate in % auf lufttrockene Gerste bezogen (Vergleiche Tabelle 4).

	Gerste I	Gerste IV
4 Stdn. extrahiert	0,70	0,54
24 Stdn. geweicht	0,99	1,70 Anfg. d. Keimg.
24 Stdn. geweicht u. getrocknet	0,72	0,94
48 Stdn. geweicht	1,95 Anfg. d. Keimg.	4,55
48 Stdn. geweicht u. dann getrock.	1,16	2,54

Bemerkenswert ist die Gesetzmässigkeit, mit der die Dextrose auch beim Keimen zunimmt und beim darauffolgenden Trocknen wieder abnimmt.

Wie bemerkt, begann Gerste IV nach 24 Stunden zu keimen, während bei Gerste I erst nach 48 Stunden die ersten Anzeichen einer Keimung zu konstatieren waren; demnach ist auch die Dextrosezunahme bei beiden Gerstensorten nach dem Verlaufe der oben angegebenen Zeit fast die gleiche.

Gerste I. Nach 48stündigem Weichen 1,95 - 0,70 = 1,25 Dextrosezunahme.

Gerste IV. Nach 24stündigem Weichen 1,70 - 0,54 = 1,16 Dextrosezunahme.

Die Dextrosezunahme steht also, zu der bei der Extraktion der lufttrockenen Gerste erhaltenen Dextrosemenge, in einem bestimmten Verhältnis.

Auch die Dextroseabnahme beim Trocknen nach der angegebenen Weichdauer ist für beide Gerstensorten die gleiche.

Gerste I. Trocknen nach 48stündigem Weichen 1,95—1,16 = 0,79% Dextroseabnahme.

Gerste IV. Trocknen nach 24stündigem Weichen 1,70—0,94 = 0,76% Dextroseabnahme.

Die Dextroseabnahme erfolgt also mit einer gewissen Gesetzmässigkeit.

Versuche mit einem Grünmalz.

Der weitere Verlauf des Dextroserückganges beim Trocknen der geweichten und gekeimten Gerste wurde bei einem technischen Grünmalz studiert.

Versuch 1.

25 g Grünmalz wurden im Eisenmörser zerquetscht und wie gewöhnlich extrahiert.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,3164 g Cu O.

Dextrose = 5,25%.

Versuch 2.

25 g Grünmalz 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrocknet und dann extrahiert.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0.2352 g Cu O.

Dextrose = 3,85%.

Der Rückgang der Dextrose ist also auch beim Trocknen des Grünmalzes zu konstatieren und hängt auch hier von der beim Keimen gebildeten Dextrosemenge ab.

Versuche mit einer beregneten Gerste.

Um die Beziehungen, welche zwischen der Enzymtätigkeit und der Keimfähigkeit der Gerste beim Weichen derselben bestehen, zu ermitteln, wurde im Gegensatz zu Gerste IV, welche eine grosse Keimungsenergie zeigte, eine beregnete Gerste, die gar keine Keimfähigkeit besass, dem Weichprozesse unterworfen.

Die Versuche wurden genau wie die vorigen ausgeführt.

Versuch 1.

Lufttrockene Gerste extrahiert.
Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,0634 g Cu O.
Dextrose = 1,15%.

Versuch 2.

Gerste 24 Stunden zwischen Filtrierpapier im Keimungsapparat geweicht.
Reduktion von 25 ccmFiltrat = 0,1108 g Cu O.
Dextrose = 1,80%.

Versuch 3.

Gerste 24 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55 bis 60 Grad C. getrocknet.
Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,0758 g Cu O.
Dextrose = 1,24%.

Versuch 4.

Gerste 48 Stunden geweicht.
Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,090 g Cu O.
Dextrose = 1,7%.

Versuch 5.

Gerste 48 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55 bis 60 Grad C. getrocknet.
Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,0770 g Cu O.
Dextrose = 1,26%.

Tabelle 6.

Versuch No.	1	2	3	4	5
Dextrose %	1,15	1,80	1,24	1,7	1,26

Wie die Resultate zeigen, bewirken die Enzyme, unabhängig von der Keimfähigkeit beim Weichen der Gerste eine Zunahme an direkt reduzierendem Zucker.

Das Material, welches sich beim Weichen in direkt reduzierender Zucker umwandelt, muss aber schon nach 24stündigem Weichen verbraucht werden, denn der Gehalt des direkt reduzierenden Zuckers, ist bei der beregneten Gerste nach 48stündigem Weichen gerade so gross, als wie nach 24stündigem Weichen.

Nach 24stündigem Weichen 1,8% Dextrose, nach 48stündigem Weichen 1,7% Dextrose.

Auch bei dieser Gerste ist nach dem Trocknen eine Abnahme der beim Weichen gebildeten Dextrose zu konstatieren.

Diese Abnahme erfolgt genau in derselben Weise wie beim Trocknen nach dem Weichen der anderen Gerstensorten (Gerstensorten I, II und III) denn der Dextrosegehalt nach dem Trocknen der beregneten Gerste ist gleich gross wie der Dextrosegehalt, welcher bei der Extraktion der lufttrockenen Gerste erhalten wurde.

Aus den Ergebnissen der letzten Versuche kann man folgende Schlüsse ziehen.

1. Der direkt reduzierende Zucker nimmt nach 24stündigem Weichen zu.

Im Einklange mit Petit's Angaben ist die Dextrose im weiteren Verlaufe des Weichens keinen weiteren Schwankungen ausgesetzt.

2. Während des Keimprozesses ist die Dextrosezunahme erheblich und diese Zunahme wie auch die nach 24stündigem Weichen konstatierte, erfolgt mit einer bestimmten Gesetzmässigkeit.

3. Beim Trocknen der geweichten und gekeimten Gerste findet eine Dextroseabnahme statt. Diese Abnahme steht zu der vor dem Trocknen vorhandenen Dextrosemenge in einem bestimmten Verhältnisse.

Um festzustellen, in welchem Stadium der erwähnten Prozesse die Löslichkeit der Eiweisskörper beeinflusst wird, wurde bei jedem Versuch und bei allen Gersten-

sorten mit je 50 ccm Filtrat, Stickstoffbestimmungen nach Kjeldhal ausgeführt.

Das Ergebnis ist folgendes:

Der Eiweissgehalt ist der gleiche bei allen Versuchen, wo noch keine Keimung der Gerste zu konstatieren war.

Der Gehalt an Eiweiss vermehrt sich in den Auszügen der gekeimten Gerste und zwar je mehr die Gerste gewachsen ist, desto grösser wird dieser Gehalt.

Das Trocknen beeinflusst die Löslichkeit der Eiweisskörper nicht.

Um Klarheit zu bekommen über die Art und Weise, wie sich die oben beschriebenen Vorgänge beim Weichen und Keimen und darauffolgendem Trocknen der Gerste abspielen, wären folgende Fragen zu beantworten.

1. Es ist im ersten Kapitel ausgeführt worden, dass bei der Extraktion des Gerstenmehles mit Wasser die Dextrose oder besser gesagt der direkt reduzierende Zucker durch die Tätigkeit eines Enzyms auf Kosten der praeexistierenden Saccharose gebildet wird; ferner, dass auch die Stärke durch längere Einwirkungsdauer, wie auch durch höhere Temperaturen, angegriffen wird.

Es liegt die Frage nahe:

Welche Veränderungen erleiden nun die Saccharose und die Stärke beim Weichen und Keimen der Gerste?

Durch Beantwortung dieser Frage wird gleichzeitig der Ab- und Aufbau festgestellt, welchen die Saccharose bei den oben erwähnten Prozessen erleidet.

2. Welche Faktoren sind es, die beim Trocknen der geweichten und gekeimten Gerste den Rückgang des direkt reduzierenden Zuckers veranlassen?

Man kann hier zwei Annahmen machen:

a) Es kann beim Trocknen der geweichten bezw. gekeimten Gerste durch die Hitze allein das Dextrose bildende Enzyme geschwächt werden und so bei der nachfolgenden Extraktion der getrockneten Gerste seine Wirksamkeit einbüssen.

b) Es kann aber auch die Hitze unter Mitwirkung der Feuchtigkeit, mit der die Gerste nach dem Weichen und Keimen beladen ist, hemmend in der oben angegebenen Weise auf die Enzyme einwirken.

Wenn jedoch die Hitze und die Feuchtigkeit keinen hemmenden Einfluss ausüben würden, müsste man sich die Frage stellen:

3. Was geschieht mit der Dextrose, welche verschwindet?

Hier kann man wieder zwei Annahmen machen.

a) Es wird der direkt reduzierende Zucker während des Trocknens veratmet.

b) Es ist möglich, dass beim Trocknen ein Enzym in Aktion tritt, welches die Dextrose in Sacchorose umwandelt.

Versuche über die Umwandlungen der Stärke und der praeexistierenden Zuckerarten beim Weichen und Keimen der Gerste und über die Ab- und Zunahme der Saccharose während dieser Prozesse.

Der Mangel einer Methode, welche den wahren Stärkegehalt im Getreide zu bestimmen erlaubt, ohne auch andere Kohlenhydrate mitzubestimmen, erschwert die Beantwortung dieser Frage.

Es mussten indirekte Versuche ausgeführt werden, deren Zulässigkeit folgende Ueberlegung bestätigt.

Es werden unter denselben Versuchsbedingungen Auszüge von geweichter bezw. gekeimter und von lufttrockener Gerste hergestellt. In diesen Auszügen wird nun der Gehalt an direkt und nach der Inversion reduzierendem Zucker bestimmt.

Vor der Inversion ist der Gehalt an reduzierendem Zucker bei der geweichten bezw. gekeimten Gerste grösser als bei der lufttrockenen.

Da sich der Saccharosegehalt berechnet als: Reduzierender Zucker nach der Inversion, minus reduzierendem Zucker vor der Inversion, so würde, wenn der Zuckergehalt nach der Inversion bei geweichter und gekeimter Gerste gleich ist wie bei lufttrockener Gerste, sich bei ersterer eine Saccharoseabnahme ergeben.

Diese Annahme würde darauf schliessen lassen, dass sich Saccharose in Dextrose umgewandelt hat.

Würde dagegen Stärke durch das Weichen bezw. Keimen eine Umwandlung erleiden, so müsste der Auszug der geweichten bezw. gekeimten Gerste nach der Inversion einen grösseren Zuckergehalt ergeben, denn

dem praeexistierenden Zucker würde sich noch der Zucker, der aus Stärke gebildet wird, addieren.

Die Gerstenauszüge, welche das Material für die auf Seite 27 beschriebenen Versuche bildeten, wurden nun auch auf ihren Gehalt an reduzierendem Zucker nach der Inversion vor und nach dem Weichen untersucht.

Versuch I.

Auszüge der lufttrockenen Gerste.

a) Direkt reduzierender Zucker.

Gerste I. Dextrose 0,74%.
Gerste II. Dextrose 0,77%.
Gerste III. Dextrose 1,10%.

b) Reduzierender Zucker nach der Inversion.

Je 75 ccm Filtrat mit 4 ccm $\frac{N}{2}$ HCl in 100 ccm Messkölbchen eine Stunde in kochendem Wasserbade invertiert, abkühlen lassen auf gewöhnliche Temperatur, zur Marke aufgefüllt und je 25 ccm zur Zuckerbestimmung nach der Dextrosemethode verwendet.

Die Umrechnung auf Saccharose wird in der früher angegebenen Weise durchgeführt.

Gerste I.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,0910 g Cu O.
1,97% Dextrose nach der Inversion,
— 0,74% Dextrose vor der Inversion.
1,23% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
1,23×0,95 = 1,27% Saccharose.

Gerste II.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,1184 g Cu O.
2,57% Dextrose nach der Inversion,
— 0,77% Dextrose vor der Inversion.
1,80% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
1,80×0,95 = 1,71% Saccharose.

Gerste III.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,0928 g Cu O.
2,01% Dextrose nach der Inversion,
— 1,10% Dextrose vor der Inversion.
0,91% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
0,91×0,95 = 0,86% Saccharose.

Versuch 2.

Gerstensorten nach 24stündigem Weichen untersucht.

a) Direkt reduzierender Zucker.

Gerste I. 1,19% Dextrose.
Gerste II. 1,21% Dextrose.
Gerste III. 1,50% Dextrose.

b) Reduzierender Zucker nach der Inversion.

Die Bestimmung wurde genau wie bei b) Versuch 1 durchgeführt.

Gerste I.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,0936 g Cu O.
2,03% Dextrose nach der Inversion,
— 1,19% Dextrose vor der Inversion.
0,84% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
0,84×0,95 = 0,79% Saccharose.

Gerste II.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,1250 g Cu O.
2,68% Dextrose nach der Inversion,
— 1,21% Dextrose vor der Inversion.
1,47% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
1,47×0,95 = 1,39% Saccharose.

Gerste III.

Reduktion von 25 ccm Filtrat = 0,1004 g Cu O.
2,17% Dextrose nach der Inversion,
— 1,50% Dextrose vor der Inversion.
0,67% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
0,67×0,95 = 0,63% Saccharose.

Um die Umwandlungen der Stärke und der Saccharose beim Keimen zu verfolgen, wurde eine Gerste (Wiener Boden) und das von dieser Gerste stammende Grünmalz untersucht.

Versuch 3.

25 g Gerste wurden im 250 ccm Messkölbchen mit 200 ccm Wasser übergossen und eine Stunde geschüttelt, dann bis zur Marke aufgefüllt und blank filtriert.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers:

Reduktion von 25 ccm = 0,0320 g Cu O.
Dextrose = 0,57%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.
Reduktion von 25 ccm = 0,0879 g Cu O.
1,92% Dextrose nach der Inversion.
— 0,57% Dextrose vor der Inversion.
1,35% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
1,35 × 0,95 = 1,28% Saccharose.

Versuch 4.

25 g Grünmalz wurden im Eisenmörser zerquetscht, in 250 ccm Messkölbchen gebracht und wie bei Versuch 3 weiter behandelt.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.
Reduktion von 25 ccm = 0,1720 g Cu O.
Dextrose = 2,79%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.
Reduktion von 25 ccm = 0,2524 g Cu O.
5,51% Dextrose nach der Inversion,
— 2,79% Dextrose vor der Inversion.
2,72% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
2,72 × 0,95 = 2,54% Saccharose.

Tabelle 7.
Resultate in % auf lufttrockenes Material bezogen:

Versuchs-Reihe	Gersten-Sorten	Dextrose vor d. Invers.	Dextrose nach d. Inv.	Saccharose
1 Gersten lufttrocken extrahiert 3 Stdn. Stehen 1 Stde. gesch.	I	0,74	1,97	1,27
	II	0,77	2,57	1,71
	III	1,10	2,01	0,91
2 Gersten 24St. geweicht Extraktion wie Versuch 1	I	1,19	2,03	0,79
	II	1,21	2,68	1,39
	III	1,50	2,17	0,63
3 Gerste 1 Stde. geschüttelt	Wiener Boden	0,57	1,92	1,28
4 Grünmalz wie Versuch 3	Grünmalz Wiener Boden	2,79	5,51	2,58

Betrachtet man die Zahlen, welche den Gehalt an reduzierendem Zucker nach der Inversion angeben, so sieht man, dass nach dem Weichen die Zunahme desselben sehr klein ist, etwa 0,06—0,1%.

Wenn aber die Zunahme auch klein ist, so muss man dieselbe doch auf eine minimale Umwandlung der Stärke oder eines anderen Polysaccharides zurückführen; vielleicht bildet sich auch hier Maltose. Diese Maltose würde eine grössere Reduktion verursachen, da sie, wie bereits nachgewiesen ist, mit $\frac{N}{2}$ HCl mitinventiert wird.

Der grössere Dextrosegehalt und der kleinere Saccharosegehalt nach 24stündigem Weichen, deuten darauf hin, dass sich die Saccharose teilweise in Dextrose umgewandelt hat.

Dass ferner der Rohrzucker im weiteren Verlauf des Weichens sich vermehrt, geht aus folgendem Umstande herhor..

Es ist festgestellt worden, dass die Dextrose sich nach 24stündigem Weichen vermehrt, um bei längerem Weichen keinen erheblichen Schwankungen ausgesetzt zu sein. Da die Stärke immer mehr umgewandelt wird, so ist es klar, dass mit dem Vorrücken des Weichprozesses der Gehalt an reduzierendem Zucker nach der Inversion wächst und mit ihm auch der Saccharosegehalt, denn man hat fast dieselbe Dextrosemenge abzuziehen.

Beim Keimen ist bekanntlich die Umwandlung der Stärke eine bedeutende, wie auch aus dem Dextrosegehalt nach der Inversion bei Versuch 4 gegenüber Versuch 3 ersichtlich ist.

Der grössere Gehalt an direkt reduzierendem Zucker wird also beim Keimen, teilweise von der Saccharose, und teilweise von der Stärke geliefert.

Die Saccharose vermehrt sich während der Keimung, wie die Zahlen 2,58 beim Grünmalz gegenüber 1,28 bei der Gerste zeigte.*)

Die Stärke muss sich jedoch beim Keimungsprozesse zuerst in komplizierte Kohlenhydrate umwandeln, denn die Summe des Dextrosegehaltes nach der Inversion bei der Gerste (Wiener Boden) und des direkt reduzierenden Zuckers beim Grünmalz, ist kleiner als der Dextrosegehalt nach der Inversion beim Grünmalz und beim Stehen

*) Es ist zu bemerken, dass die Resultate bei allen Versuchen nur relative und Vergleich-Zahlen sind, denn wie ausgeführt worden its, sind die Zuckerausbeuten von den Versuchsbedingungen abhängig.

nimmt der Auszug vom Grünmalz, an direkt reduzierendem Zucker zu; also die von der Stärke gebildeten, löslichen Kohlenhydrate (Maltose-Saccharose) werden durch das Dextrose bildende Ferment in direkt reduzierenden Zucker umgesetzt.

In der schon erwähnten Arbeit von Petit findet man die Angaben über eine Zunahme von Dextrose und Rohrzucker in Bezug auf den Gehalt an Dextrose und Saccharose nach eintägigem Weichen, ohne dass dabei der Gehalt der ungeweichten Gerste an diesen Zuckerarten berücksichtigt wird.

Es wäre nun diesen Ergebnissen noch folgendes beizufügen.

Nach 24stündigem Weichen wird der Dextrosegehalt grösser und der Saccharosegehalt kleiner.

Im ersten Stadium des Weichens ist die Umwandlung der Stärke eine minimale.

2. Versuche über die Frage, ob beim Trocknen nach dem Weichen und Keimen der Gerste

a) die Hitze, oder

b) die Hitze unter Mitwirkung der Feuchtigkeit das Dextrose bildende Enzym abschwächt.

a) Je 25 g Gerste, Sorte I und II, wurden 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrocknet und wie gewöhnlich extrahiert.

Die erhaltenen Resultate wurden mit den bei nicht getrockneter Gerste erhaltenen Resultaten verglichen.

Vor dem Trocknen.

Gerste I. Reduktion von 25 ccm = 0,0440 g Cu O. Dextrose = 0,74%.

Gerste II. Reduktion von 25 ccm = 0,0468 g Cu O. Dextrose = 0,77%.

Nach dem Trocknen.

Gerste I. Reduktion von 25 ccm = 0,0428 g Cu O. Dextrose = 0,72%.

Gerste II. Reduktion von 25 ccm = 0,0430 g Cu O. Dextrose = 0,71%.

Die Resultate zeigen also, dass die Hitze allein es nicht sein kann, die den Rückgang der Dextrose beim Trocknen verursacht, denn das Dextrosebildende Enzym wird nur sehr wenig durch die Hitze geschwächt.

b) Da nach Weichen und Keimen die Gerste mit einer grossen Feuchtigkeitsmenge beladen ist, so ist die Mög-

lichkeit vorhanden, dass diese Feuchtigkeit zusammen mit der Hitze das Dextrosebildende Ferment in seiner Wirkung hemmt.

Um über diese Frage zu entscheiden, wurde folgendermassen vorgegangen.

4 Proben zu je 25 g der Gerstensorten I und IV wurden 24 Stunden geweicht, je eine Probe der beiden Gerstensorten bei 55—60 Grad C. 6 Stunden getrocknet.

Weitere 2 Proben wurden durch Trocknen im Vakum über conz. SO_4H_2 von dem überschüssigen Wasser befreit und 6 Stunden bei obiger Temperatur getrocknet.

Da der Dextrosegehalt bei nachheriger Extraktion, bei den mit Wasser beladenen und nachher getrockneten Gerstenproben gleich ist dem Dextrosegehalt der Proben, die vor dem Trocknen von überschüssigem Wasser befreit worden sind, so ist der Beweis erbracht, dass weder die Feuchtigkeit noch die Hitze einen hemmenden Einfluss auf die Tätigkeit des Dextrosebildenden Enzymes ausüben.

3. Was geschieht mit der Dextrose, die nach dem Trocknen der geweichten Gerste verschwindet?

Da die Hitze allein, wie auch dieselbe unter Mitwirkung der Feuchtigkeit das Dextrosebildende Ferment beim Trocknen nicht beeinflussen, so bleiben noch zwei Möglichkeiten übrig, welche die Dextroseabnahme beim Trocknen nach dem Weichen und Keimen veranlassen können.

1. Es kann die Dextrose entweder während des Trocknens veratmet werden,
2. oder dieselbe kann auch in Saccharose umgewandelt werden.

Würde man nun den Beweis erbringen können, dass während des Trocknens eine Rückbildung von Saccharose stattfindet, so wäre die Möglichkeit der Veratmung ausgeschlossen, im entgegengesetzten Falle, wenn keine Rückbildung zu konstatieren wäre, würde die Veratmung die einzige Erklärung für den Dextroserückgang sein.

Um die Rückbildung der Saccharose auf Kosten der Dextrose beim Trocknen zu konstatieren, wurden Versuche angestellt, deren Ausführung folgende Ueberlegung zu Grunde liegt.

Man bestimmt in denselben Quantitäten Gerste und unter denselben Versuchsbedingungen den direkt und nach

der Inversion reduzierenden Zucker in der geweichten, wie auch in der geweichten und nachher getrockneten Gerste.

Würde der Zuckergehalt nach der Inversion bei der geweichten und nachher getrockneten Gerste gleich sein, demjenigen der nur geweichten Gerste, so würde sich der Saccharosegehalt vermehren, da der Gehalt an direkt reduzierendem Zucker viel kleiner ist, als bei der nur geweichten Gerste.

Hiemit wäre also der Beweis erbracht, dass die Dextrose beim Trocknen nach dem Weichen in Saccharose zurückverwandelt wird.

Versuch I.

Je 25 g Gerste, Sorte I und III, wurden in Bechergläschen 24 Stunden geweicht und wie schon öfters angegeben, extrahiert.

Gerste I, 1 Stunde mit 200 ccm H_2O geschüttelt und auf 250 ccm aufgefüllt.

Gerste III, 1½ Stunden geschüttelt.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Gerste I. Reduktion von 25 ccm = 0,0460 g Cu O.
Dextrose = 0,73%.

Gerste III. Reduktion von 25 ccm = 0,0714 g Cu O.
Dextrose = 1,17%.

b) Bestimmung des reduziernden Zuckers nach der Inversion.

Gerste I. Reduktion von 25 ccm = 0,0700 g Cu O.

Nach der angegebenen Weise der Berechnung ergibt sich:

1,53% Dextrose nach der Inversion,
— 0,73% vor der Inversion.
0,80% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
0,80×0,95 = 0,76% Saccharose.

Gerste III. Reduktion von 25 ccm = 0,1004 g Cu O.

2,17% Dextrose nach der Inversion,
— 1,17% Dextrose vor der Inversion.
1,00% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
1,00×0,95 = 0,95% Saccharose.

Versuch 2.

Genau wie Versuch 1, nur werden die geweichten Gerstenproben 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrocknet.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Gerste I. Reduktion von 25 ccm = 0,0266 g Cu O. Dextrose = 0,46%.

Gerste III. Reduktion von 25 ccm = 0,0350 g Cu O. Dextrose = 0,59%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Gerste I. Reduktion von 25 ccm = 0,0660 g Cu O.

1,45% Dextrose nach der Inversion,
— 0,46% Dextrose vor der Inversion.
0,99% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
0,99×0,95 = 0,94% Saccharose.

Gerste III. Reduktion von 25 ccm = 0,0928 g Cu O.

2,01% Dextrose nach der Inversion,
— 0,59% Dextrose vor der Inversion.
1,42% Dextrose aus zusammengesetzten Zuckerarten.
1,42×0,95 = 1,35% Saccharose.

Tabelle 8.

Resultate in % auf lufttrockene Gerste bezogen:

Versuch No.	Gersten-Sorte	Dextrose v. d. Invers.	Dextrose n. d. Invers.	Saccharose
1 24 Stunden geweicht	I	0,73	1,53	0,76
	III	1,17	2,17	0,95
2 24 Stdn. geweicht u. dann getrocknet	I	0,46	1,45	0,94
	III	0,59	2,01	1,35

Der kleinere Dextrosegehalt und der grössere Saccharosegehalt nach dem Trocknen lässt auf eine Umwandlung der Dextrose in Saccharose während des Trocknens schliessen.

Es muss jedoch während der Trocknungsperiode auch eine Veratmung stattfinden, derzufolge Zucker verbraucht wird, denn der Gehalt an reduzierendem Zucker ist nach der Inversion bei der geweichten und getrockneten Gerste kleiner als bei der nur geweichten.

Zweiter Teil.

Ueber enzymatische Prozesse beim Weichen,
Keimen und darauffolgenden Trocknen
des Weizens.

Bei der Untersuchung des Weizens wurde genau wie bei der Gerste vorgegangen.

Es wurde zuerst die Art und Intensität der Enzymwirkung, welche sich bei der Berührung des Weizenmehles mit Wasser bemerkbar macht, festgestellt und auch das Vorhandensein präexistierenden Zuckers konstatiert.

Versuch I.

Je 25 g Weizenmehl (gemahlener Weizen) — zwei verschiedene Weizenarten — wurden in 250 ccm Messkölbchen mit 200 ccm Wasser eine Stunde geschüttelt, dann nach Zugabe von etwas Tonerde zur Marke aufgefüllt und blank filtriert.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Weizen I — Oberbayerischer Sommerweizen.
Reduktion von 25 ccm = 0,0184 g Cu O.
Dextrose = 0,3%.
Weizen II = Galizischer Kolben.
Reduktion von 25 ccm = 0,0294 g Cu O.
Dextrose = 0,53%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

75 ccm mit 4 ccm $\frac{N}{2}$ HCl eine Stunde im Wasserbade gekocht, dann nach Abkühlen auf 100 ccm aufgefüllt.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,0934 g Cu O.
2,03% Dextrose nach der Inversion,
— 0,30% Dextrose vor der Inversion.
1,73 × 0,95 = 1,64% Saccharose.

Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,1176 g Cu O.
2,55% Dextrose nach der Inversion,
— 0,53% Dextrose vor Inversion.
2,02%.
2,02 × 0,95 = 1,92% Saccharose.

Versuch 2

Genau wie Versuch 1, nur wurde der Weizen mit 90% Alkohol zum Abtöten der Enzyme, wie bei der Gerste angegeben, behandelt.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Beide Weizenarten zeigten keine direkte Reduktion nach dem Behandeln mit Alkohol.

b) Bestimmung des reduzierendem Zuckers nach der Inversion.

Reduktion von 25 ccm = 0,0899 g Cu O.
1,96% Dextrose nach der Inversion,
1,96% × 0,95 = 1,86% Saccharose.
Weizen II.
Reduktion von 25 ccm Filtrat — 0,1138 g Cu O.
2,47% Dextrose nach der Inversion,
2,47% × 0,95 = 2,34% Saccharose.

Tabelle 9.

Resultate in % auf lufttrockenes Material bezogen.

		Dextrose vor der Inversion	Dextrose nach der Inversion	Saccharose
	Weizen I	0,3	2,03	1,64
Versuch 1	Weizen II	0,53	2,55	1,92
	Weizen I		1,96	1,86
Versuch 2	Weizen II	—	2,47	2,34

Schlüsse: Es ist keine fertig gebildete Dextrose im Weizen vorhanden, die bei Versuch 1 erhaltene Dextrose ist durch die Tätigkeit der Enzyme gebildet worden, denn bei Versuch 2, wo die Enzyme durch das Behandeln mit 90% Alkohol abgetötet worden sind, ergibt sich auch kein direkt reduzierender Zucker. Es macht sich also die Tätigkeit eines Dextrose bildenden Enzymes bemerkbar, sobald man den Weizen mit Wasser extrahiert. Es ist im Weizen praexistierender Zucker vorhanden.

Der kleinere Saccharosegehalt und der grössere Dextrosegehalt bei Versuch 1 gegenüber Versuch 2 deutet darauf hin, dass das Dextrose bildende Ferment die Saccharose (ausser Stärke) in direkt reduzierenden Zucker umgewandelt hat.

Der etwas grössere Gehalt an reduzierendem Zucker nach der Inversion bei Versuch 1 gegen 2 lässt ferner

auf eine minimale Tätigkeit eines Stärke umwandelnden Enzymes schliessen, das eben bei Versuch 2 durch den Alkohol abgetötet worden ist.

Einen anderen Beweis für die Wirkung eines die zusammengesetzten Zuckerarten spaltenden Fermentes liefert folgender Versuch:

Der Auszug des Weizens I von Versuch 1 wurde nach 24stündigem Stehen auf direkt reduzierendem Zucker untersucht. Es ergab sich nach dem Stehen eine grosse Zunahme an Dextrose. Da im Auszug keine Stärke vorhanden ist, so muss das Ferment andere Kohlenhydrate gespalten haben.

Weizen I nach 24stündigem Stehen.
Reduktion von 25 ccm = 0,0272 g Cu O.
Dextrose = 0,47%.
Dextrose gleich nach dem Filtrieren = 0,3%.

Es wurden weiter die Veränderungen studiert, welche die Zuckerarten wie auch die Stärke beim Weichen und Keimen und darauffolgendem Trocknen erleiden und wie bei der Gerste wurde versucht, über die Ursachen, welche diese Veränderungen hervorrufen, Aufschluss zu geben.

Die angestellten Versuche sind folgendermassen ausgeführt worden:

Je 25 g Körner beider Weizensorten wurden zwischen Filtrierpapier im Keimapparat verschieden lang geweicht bezw. zum Keimen gebracht. Daraufhin sind die im Eisenmörser zerquetschten oder nach dem Weichen bezw. Keimen 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrockneten Proben gemahlen und quantitativ in ein 250 ccm Messkölbchen gebracht worden. Dann mit 200 ccm Wasser übergossen und eine Stunde mit dem Schüttelapparat stark in Bewegung gehalten.

Nach Zusatz von etwas gefällter Tonerde wurde bis zur Marke aufgefüllt und blank filtriert.

a) In 25 ccm Filtrat wurde bei jedem Versuch der direkt reduzierende Zucker nach der Dextrose-Methode bestimmt und in % Dextrose umgerechnet.

b) 75 ccm Filtrat von jedem Versuch wurde mit je 4 ccm $\frac{N}{2}$ HCl in ein 100 ccm Kölbchen gebracht und im kochenden Wasserbade eine Stunde stehen gelassen. Nach dem Abkühlen auf gewöhnliche Temperatur wurde bis zur Marke aufgefüllt und mit je 25 ccm eine Zuckerbestimmung nach Dextrose-Methode ausgeführt, darauf,

wie schon bei der Gerste angegeben, in % Dextrose umgerechnet und nach Abzug des direkt reduzierenden Zuckers durch Multiplikation mit dem Faktor 0,95 in Saccharose umgerechnet.

Versuch 3.

Weizenproben 24 Stunden geweicht.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,0376 g Cu O.
Dextrose = 0,64%.

Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,0546 g Cu O.
Dextrose = 0,90%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1276 g Cu O.
2,77% Dextrose nach der Inversion,
— 0,64% Dextrose vor der Inversion.
2,13%.
2,13×0,95 = 2,02% Saccharose.

Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,1440 g Cu O.
3,12% Dextrose nach der Inversion,
— 0,90% Dextrose vor der Inversion.
2,22%
2,22×0,95 = 2,10% Saccharose.

Versuch 4.

24 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrocknet.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,046 g Cu O.
Dextrose = 0,43%.

Weizen II. Reduktion von 25-ccm = 0,0432 g Cu O.
Dextrose = 0,73%.

b) Bestimmung des reduzienden Zuckers nach der Inversion.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1196 g Cu O.
2,59% Dextrose nach der Inversion,
— 0,43% Dextrose vor der Inversion.
2,16%.
2,16×0,95 = 2,05% Saccharose.

Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,1336 g Cu O
2,89% Dextrose nach der Inversion,
— 0,73% Dextrose vor der Inversion.
2,16%.
2,16×0,95 = 2,05% Saccharose.

Versuch 5.

Weizensorten 48 Stunden geweicht.
Bemerkung: Weizen fängt zu keimen an.
a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.
Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,0708 g Cu O.
Dextrose = 1,16%.
Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,0934 g Cu O.
Dextrose = 1,42%.
b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.
Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1483 g Cu O.
3,20% Dextrose nach der Inversion,
— 1,16% Dextrose vor der Inversion.
2,04%.
2,04×0,95 = 1,94% Saccharose.
Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,1688 g Cu O
3,67% Dextrose nach der Inversion,
— 1,42% Dextrose vor der Inversion.
2,25%.
2,25×0,95 = 2,13% Saccharose.

Versuch 6.

Weizensorten 48 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrocknet.
a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.
Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,0418 g Cu O.
Dextrose = 0,70%.
Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,0550 g Cu O.
Dextrose = 0,91%.
b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.
Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1400 g Cu O.
3,03% Dextrose nach der Inversion,
— 0,70% Dextrose vor der Inversion.
2,33%.
2,33×0,95 = 2,21% Saccharose.

Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,1704 g Cu O.
3,69% Dextrose nach der Inversion,
— 0,91% Dextrose vor der Inversion.
2,78%.
2,78×0,95 = 2,64% Saccharose.

Versuch 7.

Weizensorten 72 Stunden geweicht (Weizen war vollständig gekeimt).

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1320 g Cu O.
Dextrose = 2,14%.
Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,1620 g Cu O.
Dextrose = 2,63%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1942 g Cu O.
3,77% Dextrose nach der Inversion,
— 2,14% Dextrose vor der Inversion.
1,63%.
1,63×0,95 = 1,54% Saccharose.
Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,2084 g Cu O.
4,53% Dextrose nach der Inversion,
— 2,63% Dextrose vor der Inversion.
1,90%.
1,90×0,95 = 1,80% Saccharose.

Versuch 8.

Weizensorten 72 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55—60 Grad C getrocknet.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,0934 g Cu O.
Dextrose = 1,52%.
Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,1460 g Cu O.
Dextrose = 2,37%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Weizen I. Reduktion von 25 ccm = 0,2022 g Cu O.
4,39% Dextrose nach der Inversion,
— 1,52% Dextrose vor der Inversion.
2,87%.
2,87×0,95 = 2,72% Saccharose.

Weizen II. Reduktion von 25 ccm = 0,2238 g Cu O.
4,88% Dextrose nach der Inversion,
— 2,37% Dextrose vor der Inversion.
2,51%.
2,51×0,95 = 0,38% Saccharose.

Bevor die Schlüsse aus den ausgeführten Versuchen gezogen werden, mögen der Uebersicht wegen alle Resultate in einer Tabelle zusammengestellt werden.

Tabelle 10.
Resultate sind in % angegeben.

Vers.-No.	Versuch-Bedingung	Weizen-Sorten	Dextrose vor d. Invers.	Dextrose nach d. Inv.	Saccharose
1	Weizenmehl direkt extrah.	I	0.30	2,03	1,64
		II	0,53	2,55	1,92
3	24 Stdn. im Keimkasten	I	0,64	2,77	2,02
		II	0,90	3,12	2,10
4	24 Stdn. geweicht u. 6 Stn. bei 55—60° C. getrocknet	I	0,43	2,59	2,05
		II	0,73	2,89	2,05
5	48 Stdn. im Keimkasten (Anfang der Keimung)	I	1,16	3,20	1,94
		II	1,42	3,67	2,13
6	Wie 5, dann bei 55—60° C. getrocknet	I	0,70	3,03	2,21
		II	0,91	3,69	2,64
7	72 Stdn. im Keimkasten (vollständig gekeimt)	I	2,14	3,77	1,54
		II	2,63	4,53	1,80
8	Wie 7, dann 6 Stdn. bei 55—60° C. getrocknet	I	1,52	4,39	2,72
		II	2,37	4,88	2,38

1. Die Zahlen, die den Dextrosegehalt nach 24stündigem Weichen und bei dem Keimen des Weizens angeben, zeigen, dass während der Weich- und Keimperiode eine Zunahme an Dextrose stattfindet.

	gewöhnl. extr.	24 Stunden Weichen	48 Stunden Anfang des Keimens	72 Stunden vollständig gekeimt
Weizen I	0,30	0,64	1,16	2,14
Weizen II	0,53	0,90	1,42	2,63

2. Die Zunahme steht im gesetzmässigen Zusammenhang zu der bei der Extraktion des lufttrockenen Weizens erhaltenen Dextrosemenge.

	24 Stunden geweicht	48 Stunden geweicht	72 Stunden geweicht
Weizen I	0,64	1,16	2,14
lufttrock. extr.	— 0,30	— 0,30	— 0,30
Dextrosezunahme	0,34	0,86	1,84
Weizeu II	0,90	1,42	2,63
lufttrock. extr.	— 0,53	— 0,53	— 0,53
Dextrosezunahme	0,37	0,89	2,10

3. Beim Trocknen des geweichten und gekeimten Weizens findet ein Rückgang der Dextrose statt.

Der Rückgang richtet sich bei jedem Weizen nach der beim Weichen bezw. Keimen gebildeten Dextrose, jedoch ist die Dextroseabnahme bei beiden Weizensorten nicht die gleiche. Das hängt wahrscheinlich mit den Schwankungen zusammen, denen der gesamt reduzierende Zucker nach der Inversion beim Trocknen ausgesetzt ist.

4. Der Rückgang der Dextrose beim Trocknen des gekeimten Weizens ist auch hier auf eine Umwandlung derselben in Saccharose zurückzuführen.

Der Saccharosegehalt des gekeimten Weizens ist nach dem Trocknen grösser als vor dem Trocknen, der Dextrosegehalt dagegen kleiner, so dass man die Zunahme an Saccharose auf eine Umwandlung der Dextrose zurückführen muss. Wenn auch bei Versuch 8 ein grösserer Gehalt an Dextrose nach der Inversion zu konstatieren ist, wie bei Versuch 7, so reicht doch derselbe nicht aus, um die bedeutende Zunahme an Saccharose bei Versuch 8 gegenüber Versuch 7 zu bestreiten.

Bei Versuch 4, wo nur geweichter und nicht gekeimter Weizen getrocknet wurde, muss man, da eine Dextroseabnahme stattfindet, ohne dass sich die Saccharose vermehrt, diese Abnahme mit einer Veratmung von Zucker erklären.

5. Der grössere Dextrosegehalt nach der Inversion beim geweichten und gekeimten Weizen, lässt auf eine Umwandlung von Stärke während der Weich- und Keimperiode schliessen.

6. Der Saccharosegehalt wird nach 24stündigem Weichen grösser im Gegensatz zur Gerste, bei der er kleiner wird.

Während bei Eintritt der Keimung der Saccharosegehalt fast der gleiche bleibt, erleidet er im weiteren Verlaufe der Keimung einen Rückgang.

Es wurde auch bei jedem Versuche mit je 50 ccm Filtrat Eiweissbestimmungen ausgeführt, dabei zeigten sich wie bei der Gerste, dass erst mit dem Anfang der Keimung eine Vermehrung der in Lösung gehenden Eiweisskörper stattfindet, die um so bedeutender wird, je weiter die Keimung vorgerückt ist.

Dritter Teil.

Ueber enzymatische Prozesse beim Weichen, Keimen und darauffolgenden Trocknen des Roggens.

Die Untersuchungen wurden mit zwei verschiedenen Roggensorten vorgenommen:

I. Oberbayerischer Roggen,

II. Petkuser Roggen.

Versuche über die Frage:

a) In welcher Weise und wie weit Enzyme zur Wirkung gelangen, sobald man Roggenmehl mit Wasser extrahiert.

b) Ermittlung des praeexistierenden Zuckers im Roggen.

Die Versuche wurden genau wie bei der Gerste und beim Weizen ausgeführt.

Versuch 1.

25 g Roggenmehl I (gemahlener Roggen) wurden in der angegebenen Weise eine Stunde mit 200 ccm Wasser geschüttelt, dann auf 250 ccm aufgefüllt und blank filtriert.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Reduktion von 25 ccm = 0,0648 g Cu O.
Dextrose = 0,95%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Reduktion von 25 ccm = 0,2408 g Cu O.
5,27% Dextrose nach der Inversion,
— 0,95% Dextrose vor der Inversion,
4,32%.
4,32 × 0,95 = 4,10% Saccharose.

Versuch 2.

25 g Roggenmehl I wurden mit 90% Alkohol zur Abtötung der Fermente behandelt und dann der Auszug hergestellt.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Es ergab sich kein reduzierender Zucker.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Reduktion von 25 ccm = 0,2362 g Cu O.
5,15% Dextrose nach der Inversion,
5,15×0,95 = 4,88% Saccharose.

Tabelle 11.

Resultate in % auf lufttrockenes Material bezogen.

	Dextrose vor d. Invers.	Dextrose nach der Inv.	Saccharose
Versuch 1	0,95	5,27	4,10
Versuch 2 Roggenmehl mit Alkohol behandelt	—	5,15	4,88

Schlüsse: 1. Es kommt keine fertig gebildete Dextrose im Roggen vor. Die bei Versuch 1 erhaltene ist durch die Tätigkeit eines Dextrose bildenden Enzymes entstanden, denn bei Versuch 2, in welchem das Enzym durch Alkohol abgetötet wurde, ist auch keine Dextrose zu konstatieren.

2. Die Dextrose hat sich auf Kosten der Saccharose gebildet, dafür spricht der kleinere Saccharosegehalt bei Versuch 1 gegen den von Versuch 2.

Beim Stehen der wässerigen Auszüge findet eine Dextrosezunahme statt. Da nun in den Auszügen keine Stärke vorhanden ist, so lässt sich diese Zunahme nur durch eine Einwirkung des Dextrose bildenden Fermentes auf Saccharose erklären.

3. Der etwas grössere Gehalt an reduzierendem Zucker nach der Inversion bei Versuch 1 lässt auf eine minimale Tätigkeit eines Stärke umwandelnden Fermentes schliessen.

4. Der Gehalt an reduzierendem Zucker nach der Inversion bei Versuch 2 zeigt den praeexistierenden Zucker (Saccharose) an, denn bei diesem Versuch ist die Tätigkeit der Enzyme aufgehoben, so dass die Bildung von Zucker während der Extraktion ausgeschlossen ist.

Die Versuche, welche einen Aufschluss über die Prozesse geben sollen, die sich beim Weichen, Keimen und

darauffolgenden Trocknen des Roggens abspielen, wurden mit denselben Mengenverhältnissen von Mehl und Wasser wie bei der Gerste ausgeführt; die Extraktionsdauer nahm auch hier bei allen Versuchen 4 Stunden in Anspruch und zwar wurde das Roggenmehl mit dem nötigen Quantum Wasser vermengt, 3 Stunden stehen gelassen und darauf 1 Stunde geschüttelt.

Versuch 3.

Lufttrockener Roggen extrahiert.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm 0,1464 g Cu O.
Dextrose = 2,38%.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm 0,1978 g Cu O.
Dextrose = 3,23%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm 0,2404 g Cu O
5,26% Dextrose nach der Inversion,
— 2,38% Dextrose vor der Inversion,
2,88%.
2,88×0,95 = 2,73% Saccharose.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm 0,2790 g Cu O.
6,12% Dextrose nach der Inversion,
— 3,23% Dextrose vor der Inversion.
2,89%.
2,89×0,95 = 2,74% Saccharose.

Tabelle 12.

Resultate in % auf lufttrockenes Material angegeben.

	Dextrose vor d. Invers.	Dextrose nach der Inv.	Saccharose
Versuch 1 1 Stunde geschüttelt	0,95	5,27	4,10
Versuch 3 3 Stunden stehen gelassen, 1 Stunde geschüttelt	2,38	5,26	2,73

Bei dem Vergleich des Dextrosegehaltes vor und nach der Inversion und des Saccharosegehaltes bei dem Versuch 3 gegenüber Versuch 1 sieht man, dass die längere Einwirkungsdauer der Extraktion die Tätigkeit des Dex-

trose bildenden Enzymes befördert. Die Zunahme der Dextrose und die Abnahme der Saccharose bei Versuch 3 weist darauf hin, dass das oben erwähnte Enzym die Saccharose in Dextrose umgewandelt hat.

Der gleiche Gehalt an Dextrose nach der Inversion bei beiden Versuchen lässt darauf schliessen, dass die Zeitdauer der Extraktion keinen Einfluss auf die Tätigkeit des Stärke umwandelnden Enzymes ausgeübt hat in dem speziellen Falle.

Versuch 4.

25 g Roggenkörner beider Sorten 24 Stunden zwischen Filtrierpapier im Keimungsapparat geweicht.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1610 g Cu O.
Dextrose = 2,62%.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm = 0,2136 g Cu O.
Dextrose = 3,48%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm = 0,2686 g Cu O.
5,87% Dextrose nach der Inversion,
— 2,62% Dextrose vor der Inversion.
3,25%.
3,25×0,95 = 3,08% Saccharose.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm = 0,3190 g Cu O.
7,02% Dextrose nach der Inversion,
— 3,48 % Dextrose vor der Inversion.
3,54%.
3,54×0,95 = 3,36% Saccharose.

Tabelle 13.
Resultate in % auf lufttrockenes Material bezogen.

	Roggen	Dextrose vor d. Invers.	Dextrose nach der Inv.	Saccharose
Versuch 3 lufttrocken extrahiert	I	2,38	5,26	2,73
	II	3,23	6,12	2,74
Versuch 4 24 Stunden geweicht	I	2,62	5,87	3,08
	II	3,48	7,02	3,36

Der Dextrosegehalt nimmt also beim Weichen zu.

Wie bei dem Weizen, so ist auch bei dem Roggen nach 24stündigem Weichen eine Saccharosezunahme zu konstatieren, während bei der Gerste eine Abnahme derselben stattfindet.

Der grössere Dextrosegehalt nach der Inversion beim geweichten Roggen zeigt, dass Stärke während der Weiche umgewandelt wird.

Beachtenswert ist auch hier die Gesetzmässigkeit, mit welcher die Zunahme an Dextrose vor sich geht, denn diese Zunahme ist bei beiden Roggensorten fast dieselbe und hängt auch hier, wie bei Gerste und Weizen, von dem Dextrosegehalt vor dem Weichen ab.

	Roggen I	Roggen II
Dextrose nach dem Weichen .	2,62	3,48
Dextrose vor dem Weichen .	— 2,38	— 3,23
Dextrosezunahme	0,26	0,25

Versuch 5.

Roggensorten 24 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrocknet.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1160 g Cu O. Dextrose = 1,88%.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm = 0,1488 g Cu O. Dextrose = 2,42%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm = 0,2554 g Cu O.
5,68% Dextrose nach der Inversion,
1,88% Dextrose vor der Inversion.
3,80%.
3,80×0,95 = 3,61% Saccharose.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm = 0,2920 g Cu O.
6,41% Dextrose nach der Inversion,
— 2,42% Dextrose vor der Inversion.
3,99%.
3,99×0,95 = 3,79% Saccharose.

Tabelle 14.

Resultat in % auf lufttrockenes Material bezogen.

	Roggen	Dextrose v. d. Invers.	Dextrose n. d. Invers.	Saccharose
Versuch 4 24 Stunden geweicht	I	2,62	5,87	3,08
	II	3,48	7,02	3,36
Versuch 5 24 Stdn. geweicht u. 6 Stdn. getrocknet	I	1,88	5,68	3,61
	II	2,42	6,41	3,49

Es findet also auch beim Trocknen des geweichten Roggens ein Rückgang der Dextrose statt.

Der Rückgang richtet sich bei jedem Roggen nach der beim Weichen gebildeten Dextrose. Indessen kann man die auffallende Gesetzmässigkeit, mit der dieser Rückgang bei der Gerste sich vollzieht, hierbei nicht konstatieren, denn die Zahlen, welche die Dextroseabnahme bei beiden Roggensorten angiebt, weichen von einander ab, so dass auch in dieser Beziehung der Roggen sich mehr dem Weizen nähert.

Der grössere Saccharosegehalt bei dem geweichten und nachher getrockneten Roggen deutet darauf hin, dass eine Umwandlung der Dextrose in Saccharose stattgefunden hat.

Man könnte nun auch annehmen, dass die Abnahme des reduzierenden Zuckers nach der Inversion die Saccharosezunahme veranlasst; dem ist aber nicht so, denn diese Abnahme ist viel kleiner, als diejenige des direkt reduzierenden Zuckers, so dass man gleichzeitig eine Veratmung neben Rückbildung von Saccharose annehmen muss. Wenn nur eine Veratmung von direkt reduzierendem Zucker stattfindet, so müsste die Abnahme vor und nach der Inversion eine gleiche sein.

Versuch 6.

Roggen 48 Stunden geweicht. Fast aller Roggen war gekeimt.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm = 0,1706 g Cu O.
Dextrose = 2,77%.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm = 0,2312 g Cu O.
Dextrose = 3,77%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm = 0,2772 g Cu O.
6,07% Dextrose nach der Inversion,
— 2,77% Dextrose vor der Inversion.
3,30.
3,30×0,95 = 3,13% Saccharose.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm = 0,3422 g Cu O.
7,56% Dextrose nach der Inversion,
— 3,77% Dextrose vor der Inversion.
3,79%.
3,79×0,95 = 3,60% Saccharose.

Versuch 7.

Roggensorten 48 Stunden geweicht und 6 Stunden bei 55—60 Grad C. getrocknet.

a) Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm = 0,0020 g Cu O.
Dextrose = 0,39%.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm = 0,0694 g Cu O.
Dextrose = 1,14%.

b) Bestimmung des reduzierenden Zuckers nach der Inversion.

Roggen I. Reduktion von 25 ccm = 0,2522 g Cu O.
5,51% Dextrose nach der Inversion,
— 0,39% Dextrose vor der Inversion.
4,12%.
4,12×0,95 = 3,81% Saccharose.

Roggen II. Reduktion von 25 ccm = 0,2420 g Cu O.
5,27% Dextrose nach der Inversion,
— 1,14% Dextrose vor der Inversion.
4,13%.
4,13×0,95 = 3,92% Saccharose.

Tabelle 15.

Resultate in % auf lufttrockenes Material bezogen.

	Roggen	Dextrose vor d. Invers.	Dextrose nach d. Inv.	Saccharose
Versuch 6 48 Stdn. im Keimkasten	I	2,77	6,07	3,13
	II	3,77	7,56	3,60
Versuch 7 wie Versuch 6 dann 6 Stdn. bei 55—60° C. getrocknet	I	0,39	5,11	3,81
	II	1,14	5,27	3,92

Man sieht, dass auch bei den Roggen während der Keimung eine Dextrosezunahme stattfindet. Diese Zunahme ist wie bei dem Weizen mit vorgerücktem Keimungsstadium (72 Stunden) bei beiden Roggensorten nicht gleich.

Die Stärke wird während der Keimung umgewandelt. Dies wird durch den grösseren Dextrosegehalt nach der Inversion bestätigt.

Genau wie beim Weizen ist der Saccharosegehalt beim gekeimten Roggen kleiner als derjenige des nur geweichten Roggens.

Bei dem gekeimten Roggen ist während des Trocknens eine bedeutende Dextroseabnahme zu konstatieren. Da der Saccharosegehalt grösser wird, so lässt diese Tatsache auf eine Rückbildung der Saccharose aus Dextrose schliessen.

Es findet aber auch Veratmung statt, dies beweist der kleinere Dextrosegehalt nach der Inversion bei dem getrockneten Roggen.

Dass bei dem Trocknen des gekeimten Roggens wirklich Veratmung neben Rückbildung von Saccharose stattfindet, beweist die Tatsache, dass bei demselben die Abnahme der Dextrose vor der Inversion viel grösser ist, als diejenige nach der Inversion.

Abweichend von dem Weizen, der beim Trocknen nach dem Keimen eine Zunahme an reduzierendem Zucker

nach der Inversion aufweist, ist bei dem Roggen eine Abnahme dieses Zuckers festzustellen.

Die Eiweissbestimmungen, welche bei allen Versuchen ausgeführt wurden, erbrachten dasselbe Resultat wie bei der Gerste und bei dem Weizen, nämlich dass eine Vermehrung der in Lösung gehenden Eiweisskörper erst mit dem Beginn der Keimung stattfindet.

Druckfehler-Berichtigung.

Seite 18 und 19 ist statt „inventiert“ zu lesen „invertiert“.
Seite 19 letzte Zeile ist statt „preptonisiert“ zu lesen „peptonisiert“.
Seite 26 Zeile 1 ist statt „gemischt“ zu lesen „geweicht“.
Seite 38 Zeile 10 ist statt „mitinventiert“ zu lesen „mitinvertiert“.

Druck von
Ebin & Wittmann,
München, Augustenstr. 75.